

Нелінійні задачі статики для металевих і композитних оболонок з підкріпленими отворами

Сторожук Є.А., *пров. наук. співроб.*

Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ

Тонкі оболонки, виготовлені з металевих і композитних матеріалів, як елементи сучасних конструкцій знаходять широке застосування в інженерній практиці. В багатьох випадках в цих елементах по конструктивним або технологічним міркуванням мають місце концентратори напружень (отвори і вирізи). При розв'язанні питань оптимального проектування вказаних тонкостінних конструкцій контури отворів і вирізів підкріплюють, частіше всього, різного виду ребрами жорсткості (стержнями, кільцями).

Автором розроблено методика чисельного моделювання нелінійного деформування тонких металевих і композитних оболонок з підкріпленими криволінійними отворами при дії статичних навантажень підвищеної інтенсивності. Запропонована методика базується на використанні процедури покрокового навантаження в поєднанні з модифікованим методом Ньютона-Канторовича, методом додаткових напружень і методом скінченних елементів.

Співвідношення для деформацій тонких оболонок записані на основі геометрично нелінійної теорії непологих оболонок в квадратичному наближенні, в якій мають місце гіпотези Кірхгофа-Лява, а для підкріплень – згідно нелінійної теорії криволінійних стержнів двоякої кривини, яка ґрунтується на гіпотезах Кірхгофа-Клебша.

Для дослідження пружнопластичного стану металевих оболонок використана диференціальна теорія пластичності з ізотропним зміцненням, в якій прийнята умова пластичності Мізеса, а прирости пластичних деформацій визначаються за допомогою асоційованого закону текучості. Напруження в композитних оболонках пов'язані з компонентами деформації законом Гука.

З використанням розробленої методики і складених прикладних програм досліджено пружнопластичний стан сферичної оболонки з підкріпленням еліптичним отвором та нелінійне деформування гнучкої ортотропної циліндричної оболонки з підкріпленням круговим отвором при дії рівномірного внутрішнього тиску.